ディジタルエンジニアリングによる製品開発期間の短縮

Product Development Lead-Time Reduction by Expanding Scope of Digital Engineering

横道　正人*　・　中澤　康行*　・　山田　達也*　・　中川　雅利*　・　細田　篤志*　・　角田　真規*
Masato Yokomichi　Yasuyuki Nakazawa　Tatsuya Yamada　Masatoshi Nakagawa　Atsushi Hosoda　Masanori Sumida

製品開発プロセス革新に必要なディジタルエンジニアリング技術として，①製品設計データの共有化とシステム間連携の仕組みであるコンカレントシステム，②設計品質のより前段階での評価を可能にする仕組みであるフロントローディング，③より迅速に試作品や金型を製作するための仕組みであるラピッドプロダクションの3大重点機能を開発した。これらを活用することによって従来に比べて25 %以上の製品開発期間短縮を実現した。

Three essential functions have been developed for the digital engineering technology required for innovating the product development process, including (1) Concurrent System for enabling the sharing of product design data and coordination between the systems, (2) Front-Loading for enabling the assessment of designed quality in earlier stages, and (3) Rapid Production for enabling the rapid making of prototypes and molds. The use of the developed mechanisms has reduced the product development lead-time by more than 25% compared with the previous process.

1．ま　え　が　き

製品開発プロセス革新の手段としてディジタルエンジニアリングがある。これは製品開発のための設計・製造技術を総合的にディジタル化していくことをいい[1]，後戻りがなく迅速な製品開発プロセスを実現して開発の期間短縮やコスト削減に結び付けるものである。

六つの事業分野をもつ当社でも従来からディジタルエンジニアリングに取り組んでいるが，それぞれ事業環境や製品の特性が異なるために一つの仕組みを一律に展開することが困難であり，事業部門間の活用度に大きな差があった。

そこで，全体の活用水準を高めるため，全社プロジェクトを立ち上げディジタルエンジニアリングの推進に取り組んだ。

本稿ではその活動について述べる。

2．ディジタルエンジニアリング推進の全社活動

2.1　ディジタルエンジニアリング推進の考え方

当社のディジタルエンジニアリング推進の考え方を図1に示す。

2.1.1　「五設一体」の考え方

最下層の「五設一体」というのは当社独自の用語で，販売設計，製品設計，工法設計，金型・設備設計，生産設計の五つの設計を製品開発の初期段階から一体となって進める考え方であり，コンカレントエンジニアリング（Concurrent Engineering）と同義である。

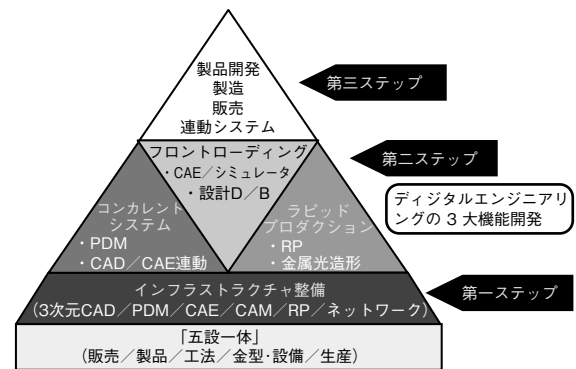



図1　ディジタルエンジニアリング推進の考え方

当社では従来からこの考え方に基づき製品開発を行っており，ディジタルエンジニアリング推進もこれがベースとなっている。

2.1.2　第一ステップ（インフラストラクチャ整備）

推進の第一ステップはインフラストラクチャ整備である。ディジタルエンジニアリングを実現するために必要なハードウェアとソフトウェアの選定・導入や設計者教育等が含まれる。

*　ものづくり力強化推進部　Manufacturing Reinforcement Promotion Division

2.1.3　第二ステップ（3大機能開発）

第二ステップは，インフラストラクチャをベースに各事業部門や製品の特性に応じて推進していくべき機能の開発である。インフラストラクチャ整備を行うだけでは，開発の期間短縮やコスト削減などの効果を期待するのは難しく，それぞれの特性に応じた機能の開発が必要になる。当社では必要機能を大きく以下の三つに分類し設定している。

（1）コンカレントシステム

製品設計データの共有化とシステム間連携の仕組みであり，PDM（Product Data Management）システムの構築やシステム間のデータ変換ソフトウェア等の整備により情報の正確かつ迅速な伝達と徹底活用を実現するものである。

（2）フロントローディング

より前段階で設計品質の評価を可能にするCAE／シミュレーションや設計ナレッジDBの仕組み等を構築・活用することによって，設計変更による開発の後戻りをできるかぎり防止するものである。

（3）ラピッドプロダクション

3次元CADデータを用いて直接加工が可能なラピッドプロトタイピングシステムや金属光造形複合加工システム等によって迅速に試作品や金型を製作するための仕組みである。

2.1.4　第三ステップ（製品開発・製造・販売連動システム）

第三ステップは製品開発・製造・販売連動システムの実現である。ディジタルエンジニアリングによる製品開発システムと別途開発されている製造用システムや販売用システムを連携する段階である。この実現により，製造業における製品開発～製造～販売～製品開発へのフィードバックという一連の活動がシステム的に連携し，より効率的な製品開発プロセスが構築できる。

2.2　これまでの活動経緯

以上に述べた考え方を全社活動として展開しており，まだその途上であるが，インフラストラクチャ整備，3大機能開発に一応の目処がついたところである。

2.2.1　インフラストラクチャ整備

この全社活動を機に各事業部門で計画を立て，ハードウェアとソフトウェアの導入および3次元CADの操作教育等を期間1年半で推進している。

なお，計画策定に先立ち，3次元CADの標準機種を設定している。従来，製品設計用の3次元CADの機種は全社で7種類あったが，これを3機種に絞っている。また，各事業部門内では原則1機種に統一している。

全社で1機種に統一しないのは，当社ではさまざまな部品形状や部品点数の製品があるため，統一するのはコストパフォーマンスの面から好ましくないからである。

2.2.2　3大機能開発および製品開発期間短縮活動

次のステップは3大機能開発の推進であるが，そのねらいは開発期間の短縮やコスト削減であり，具体的な製品開発テーマでその効果を検証する必要がある。そこで，3大機能開発と並行して製品開発期間短縮活動を行っている。各事業部門から30弱の製品開発テーマを登録して取り組み，期間2年でこの二つの活動を推進する。

2.2.3　3大機能開発の詳細

以下に3大機能として各事業部門で開発しているものについて述べる。

（1）コンカレントシステム

主に3次元CADデータ，2次元CADの図面データ，および技術文書等を管理するデータ管理機能の構築を中心に推進している（図2）。システムのベースは市販のPDMソフトウェアを利用しているが，設計図面や技術文書など複数の形式のファイルを一元的に全文検索できる機能を独自に開発し，情報活用の効率化を図っていることが特徴である[2)]。

その他，開発完了後，数多くの製品開発テーマを同時並行で進めている部門ではそれらの進捗管理を行う開発プロセス管理システムの構築を行い，情報の正確かつ迅速な伝達と徹底活用を図っている。

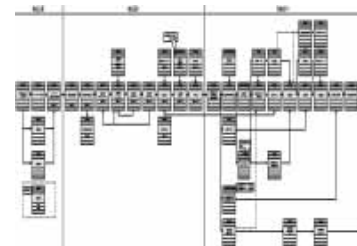
(a) PDMシステム（3次元CADデータ管理）

(b) 開発プロセス管理

図2　コンカレントシステムの例

（2）フロントローディング

まず，事業部門ごとに各種CAEシステムの活用を推進している（図3）。ものを実際に作る前に設計評価を行い，開発の後戻りを削減するのがねらいである。同じCAE技術であっても製品が異なればそのまま適用できないことも多いが，CAE活用に関する研究会や事例報告会等を開催して技術の水平展開と普及を図っている。

次はディジタルモックアップ（Digital Mockup）ツー

ルによるバーチャル評価への取組みである。内容的には部品点数が多い製品の組立工程設計での活用が中心であるが，一部ではコンピュータマネキン（コンピュータ上の人体モデル）を用いた使用性の評価，マイクロコンピュータプログラムとディジタルモックアップツールを連携させたバーチャルプログラムデバッグ等にも取り組んでいる。

また，設計ナレッジ活用については，一般に確立した方法やツールがないのが現状であるが，当社では3次元CADによる設計の際に設計チェックリストを参照・確認できる仕組みを独自に開発し，活用を始めている。これによって設計チェックが確実に実行できようになり，ミスの削減が期待できる。

図3　フロントローディングの例

(3) ラピッドプロダクション

従来からラピッドプロトタイピングシステムによる試作や3次元CAD／CAMシステムによる金型加工の効率化等に取り組んでいるが，今回の活動では当社独自技術である金属光造形複合加工システムによる成形金型製作を主に推進している（図4）。

金属光造形複合加工とは，金属粉末をレーザで焼結しながら積層し，さらに表面を切削加工することによって金型を製作する技術である。複雑な形状であっても金型の分割が不要で，かつ切削加工と放電加工を使い分けることなく1プロセスで加工できるため，加工時間の短縮が可能である。また，冷却水管の形状や経路設定の自由度が高く，造形密度の制御も可能であるため，成形サイクルの短縮や反りの低減等も期待できる[3)]。これらについては現在も技術開発を継続しており，金型製作期間短縮や製作コスト削減の効果拡大を図っている。

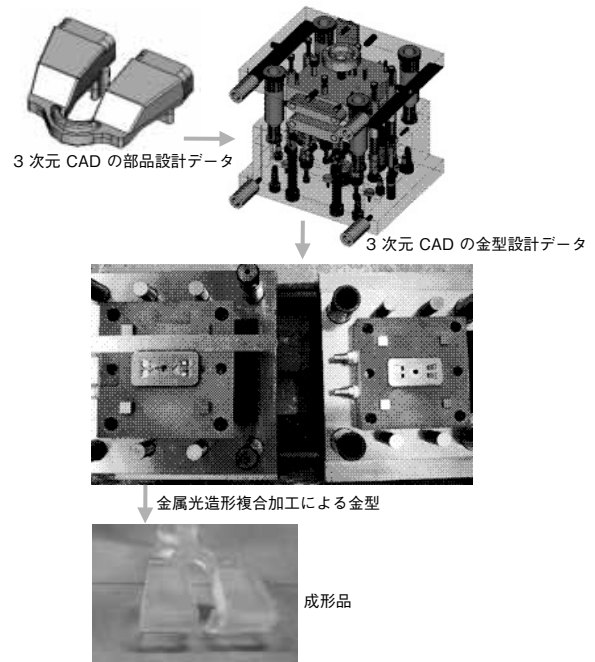



図4　金属光造形複合加工金型の例

3. 浴室製品開発における取組事例

本章では事例として浴室製品開発におけるディジタルエンジニアリングへの取組みを詳しく述べる。なお，内容的にはインフラストラクチャ整備，3大機能開発，および製品開発期間短縮の取組みをすべて含むが，一連の活動として記述している。

浴室製品などの住宅設備機器分野においては他の事業分野と比べて取組みが遅れていたが，新製品の市場導入サイクルが短くなっていることから，開発期間の短縮が求められるようになっている。

浴室の浴槽や床などは大型の成形品であり金型製作にコストと期間が掛かるため，製品設計上のミスが開発の期間やコストに与える影響が大きい。したがって，開発の後戻り削減が開発上の課題となっていた。また，デザイン的に浴槽が自由曲面形状になってきていること，ジェットバス仕様の機器を浴槽とエプロン（浴槽前カバー）の間の空間に収まるように設計しなければならないことなどで，3次元CADの導入が急務となっていた。

そこで，筆者らと製品設計者が協力して活動している。

3.1　取組手順

（1）業務分析および新しい開発プロセスの定義

設計者へのヒアリングにより，現行の開発プロセスの問題点を明らかにし，開発面での課題を抽出する。次に3次元CAD等のディジタルエンジニアリングのツールを活用した製品開発システムのありたい姿を描き（図5），それを前提として新しい開発プロセスを考える。たとえば，従来は意匠設計図面を基に発泡スチロール削出しのモデルを作製して検討していたが，これを3次元CADで行うようにする。併せて機器配置や配管設計等も前倒しで行うことにより，意匠設計と製品設計の一部を同時に進行できる。これにより，あとになってデザインを変更するような後戻りを未然に防止している。

（2）3次元CAD機種選定

浴室の製品設計に必要な3次元CADの機能を明確にし，必要機能を満足するコストパフォーマンスの高いCADシステムを導入する。

（3）3次元CAD教育

浴室の製品設計に必要な3次元CADのコマンドを明確にし，それを習得するためのカリキュラムを作成する。併せて浴室の部品のモデリングマニュアルも作成し，教育を実施する。また，管理者向けに教育内容を絞った検図者教育も行い効率化を図る。

（4）3次元CAD部品データの作成

通常，製品開発ですべての部品が新規設計となるケースはまれで，その多くは現行製品から流用することになる。しかし，最初はその3次元CADデータがないため，事前にベースとなる製品シリーズの部品を登録する。

（5）3次元CAD設計の実施

手順（1）～（4）の準備を経て，実際の製品開発に3次元CADを適用する（図6）。同時に3次元CADデータを活用したCAEを行って，設計評価の一助とする。

設計DRでは，3次元CADデータを3Dビューワのデータに変換して活用する。3次元CADデータで説明することによって，実物がない段階でも抜けの少ないDRが可能となる。

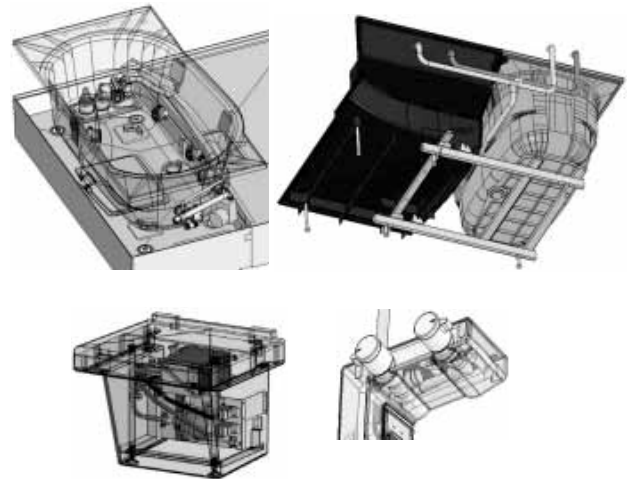



図6　3次元CADによる設計例

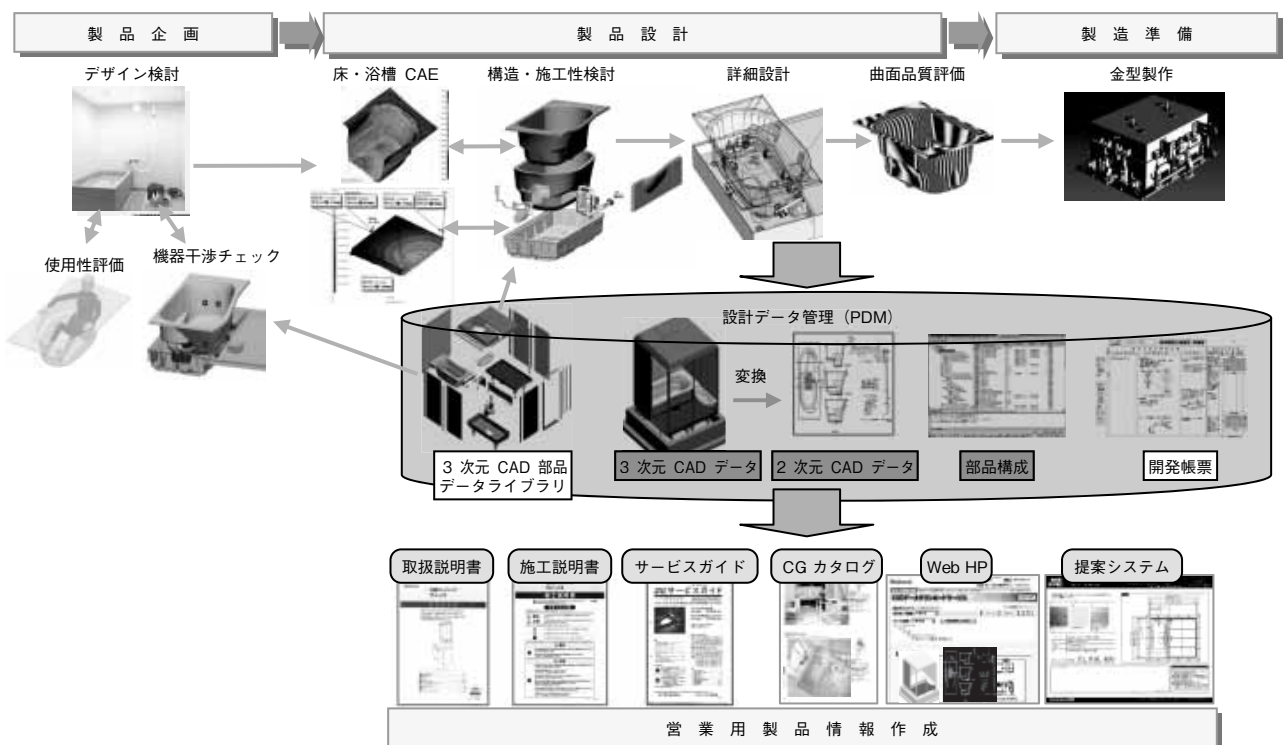



図5　浴室製品開発システムのありたい姿

また，従来は製品の品ぞろえとして多くのサイズや仕様が必要であったが，これらの組合せをすべて試作して検討することは開発費用や製作期間の関係で難しかった。しかし3次元CADを使うことにより，これらの検証を短期間かつ低コストで実現できる。

(6) 3次元CADデータ活用による営業用データ作成

3次元CADのデータを利用して営業活動に使用するイラストレーション作成の効率化を図る（図7）。たとえば施工説明書やサービスガイドの部品展開図等の作成に利用できる。

また，浴室のカタログ作成では実写に替わりCGを活用することも多いが，浴槽の3次元CADデータを利用することで，費用削減が期待できる。

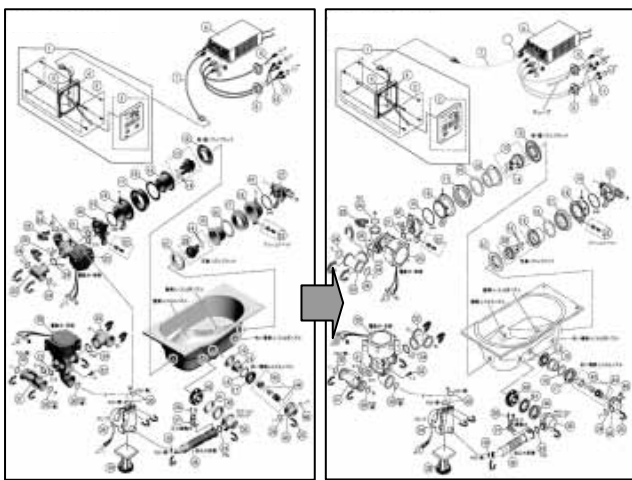



図7　3次元CADデータからのイラストレーション作成

(7) 設計データの管理

設計データ管理の仕組みを図8に示す。3次元・2次元CADデータ管理，部品構成（部品表）管理，および承認済みの公開用書類管理の3種類の仕組みを構築する。

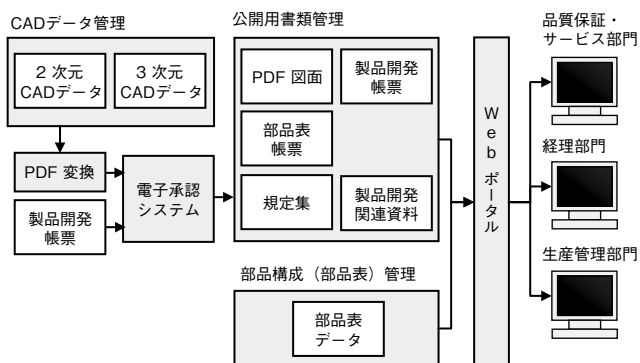



図8　設計データ管理の仕組み

公開用書類管理の仕組みは，製品開発以外の部門からでもWebを経由して閲覧することが可能である。これらは関連部門の情報入手の利便性を高めるとともに，設計部門に対する問合せを減らし，設計者の本来業務の充当比率を高めることが期待できる。

3.2　取組みの成果

実際の浴室製品開発テーマに適用してディジタルエンジニアリングを推進した結果，開発期間を約30 ％短縮している。その主な要因は，出図から量産試作完了までの期間がほぼ半減したことや，開発の後戻りが大幅に軽減できたことである。また，製品開発の上流ではデザイン決定までの期間短縮も挙げられる。くわえて試作費用の削減もできている。

4.　全社活動の成果と課題

第一ステップのインフラストラクチャ整備によって，全社の3次元CADのライセンス数は約1.5倍，3次元CADを利用できる設計者の数は約2.4倍になっている。

第二ステップの3大機能開発では，各事業部門で必要とされる機能がほぼ開発されている。

製品開発期間短縮の活動では，各事業部門から登録したテーマの平均で25 ％以上の期間短縮ができている。

以上のような全社的活動の結果，3大機能開発に代表されるディジタルエンジニアリングの環境が整備されてきた。

そこで，今後は第三ステップの製品開発・製造・販売連動システムに着手する予定である。とくに当社の場合，製品を販売するためのさまざまなツール（取扱説明書，施工説明書，サービスガイド，製品仕様情報，カタログ等）を発売までの定められた時期に準備する必要がある。これらのツールを製品設計情報から効率的に作り出すためには，3次元CADデータの軽量化等の技術的な課題がある。

5.　あ　と　が　き

製品開発プロセス革新に必要なディジタルエンジニアリング技術として，①製品設計データの共有化とシステム間連携の仕組みであるコンカレントシステム，②設計品質のより前段階での評価を可能にする仕組みであるフロントローディング，③より迅速に試作品や金型を製作する仕組みであるラピッドプロダクションの3大重点機能を開発した。これらを活用することによって従来に比べて25 ％以上の製品開発期間短縮を実現した。

本稿のような活動には終わりはないが，日々確実にレベルアップしながらさらに開発の期間短縮，コスト削減に取り組んでいく予定である。

＊参考文献

1）木村 文彦：デジタルエンジニアリングに基づくエラーフリー生産，計測と制御，Vol. 42, No. 7, p. 552-557（2003）

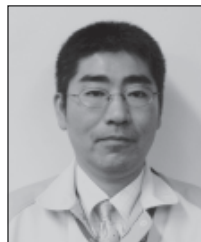
2）中川 雅利，角田 真規：設計図面全文検索機能を備えたPDMシステム，松下電工技報，Vol. 55, No. 2, p. 67-73（2007）

3）阿部 諭，不破 勲，東 喜万，峠山 裕彦，吉田 徳雄，太田 卯三：金属光造形複合加工システムによる高機能射出成形金型製作，松下電工技報，Vol. 53, No. 2, p. 5-11（2005）

◆執筆者紹介

横道　正人
ものづくり強化推進部

中澤　康行
ものづくり強化推進部

山田　達也
ものづくり強化推進部

中川　雅利
ものづくり強化推進部

細田　篤志
ものづくり強化推進部

角田　真規
ものづくり強化推進部